

*С. Е. Наззал Анан, А. А. Секачева*

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

nazzal.anan@yandex.ru

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИБРОАКУСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРУБОПРОВОДОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

*В работе изложены основные причины возникновения повышенной вибрации трубопроводов. Рассмотрены методы устранения или снижения вибрации. Предложен метод моделирования вибрационных процессов для систем трубопроводов высотных зданий.*

*Ключевые слова: трубопровод; вибрация; резонанс; высотное здание; низкочастотный звук.*

*S. E. Nazzal Anan, A. A. Sekacheva*

Ural Federal University, Ekaterinburg

## SIMULATION OF VIBROACOUSTIC CHARACTERISTICS OF PIPELINES OF MULTI-STOREY BUILDINGS

*The main reasons for emergence of the increased vibration of pipelines are stated in paper. Methods of elimination or decrease of vibration are considered. The method of simulation of vibration processes for pipeline systems of multi-storey buildings is offered.*

*Key words: pipeline; vibration; resonance; multi-storey building; low-frequency sound.*

К вопросу о повышении экологической эффективности в строительной отрасли можно отнести также и вопросы, связанные с повышением уровня комфорта многоэтажных жилых зданий. В частности, это вопросы о необходимости формирования комфортной среды для жизни человека.

В настоящее время, нередко возникают ситуации, в которых системы обеспечения комфорта становятся источниками дискомфорта. В связи с этим одним из важнейших вопросов в этом направлении является вопрос о разработке и внедрении специальных мероприятий по устранению повышенного шума и вибрации от оборудования повышенной мощности инженерных систем многоэтажных многоквартирных жилых домов.

Вибрация трубопроводов оказывает негативное влияние на долговечность и надежность трубопроводной системы. Повышенная вибрация может привести к нарушению целостности самих трубопроводов и к повреждению технологического оборудования, присоединенного к ним. Низкочастотный звук, вызванный вибрацией трубопровода, оказывает негативное воздействие на находящиеся рядом людей. Он приводит к повышенной утомляемости, вызывает чувство беспокойства и раздражение, что ухудшает здоровье человека.

К основным причинам возникновения вибрации трубопроводов относят:

- низкочастотные пульсации давления жидкости;
- динамические нагрузки вращающихся элементов насосов;
- крутые повороты трубопроводов;
- кавитация.

Особенно опасны ситуации, когда в спектре собственных частот колебаний трубопровода присутствуют составляющие, совпадающие с частотами возмущающих сил источников вибрации.

На сегодняшний день вопросом снижения вибрации трубопроводов занимаются многие отечественные и зарубежные исследователи, такие как Васильев А. В. [1], Бухаров И. В., Прокофьев А. Б. [2, 3], Шахматов Е. В. [2, 3], Горман Д. и др.

Высотные здания, как правило, оборудованы собственными ИТП (индивидуальными тепловыми пунктами), которые не обходятся без насосного оборудования, необходимого для создания циркуляции

и повышения давления. Вибрация от насосов распространяется двумя путями:

- 1) непосредственно на конструкцию здания;
- 2) по трубопроводам.

Существуют различные методы борьбы с вибрацией трубопроводов и технологического оборудования. Они имеют свои недостатки. Для снижения частот собственных колебаний можно увеличить инерционность системы, но это не рационально. Наиболее оптимальным методом является применение специальных трубопроводных опор.

Для уменьшения влияния вибрации, создаваемой технологическим оборудованием, применяют вибровставки, позволяющие избежать жесткого соединения трубопроводной системы и оборудования. Также находит все большее применение насосное оборудование вертикального исполнения, которое, в отличие от насосного оборудования горизонтального исполнения, оказывает меньшее вибрационное воздействие на систему трубопроводов.

Большинство исследований посвящено изучению методов уменьшения избыточной вибрации, а не ее предотвращению. Моделирование вибрации систем трубопроводов позволяет прогнозировать возникновение избыточной вибрации и своевременно применять методы, способствующие нормализации работы трубопроводов.

Моделирование виброакустических характеристик участка трубопроводной системы высотных зданий с осевой линией, лежащей в одной плоскости, основано на методе конечных элементов. При моделировании для проведения расчетов применяется программный комплекс ANSYS, который накладывает ряд ограничений: не учитываются силы трения в воде и между водой и стенками трубопроводов. Также не учитываются внешние возмущающие силы. Данная методика позволяет моделировать виброакустические параметры трубопроводов еще на стадии проектирования, что

позволяет применить необходимые меры для снижения вибронпряженности исследуемого объекта.

В настоящее время большинство решаемых инженерных задач, составляющих основу научно-технического прогресса, требуют больших затрат на эмпирическое исследование. Именно поэтому, эффективной и доступной возможностью анализа подобных задач становится компьютерное моделирование в совокупности с использованием численных методов.

Дальнейшее исследование будет направлено на поиск оптимальной конструкции упругих опор трубопроводов для нормализации рассмотренных виброакустических параметров.

#### Список использованных источников

1. Васильев А. В., Глейзер А. И., Чернов Н.С. Снижение вибрации и низкочастотного шума энергетических установок и присоединенных механических систем с использованием гасителей колебаний давления газа и активных компенсаторов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 4. С. 281–287.
2. Шахматов Е. В., Прокофьев А. Б., Макарьянц Г. М. Влияние динамических характеристик присоединенных гидравлических цепей на вибрационные характеристики трубопроводов // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2004. № 1. С. 96–101.
3. Моделирование виброакустических процессов в трубопроводных системах [Текст]: монография / А. Б. Прокофьев, Е. В. Шахматов. Самара: Изд-во СГАУ, 2008. 168 с.